MODELLKONZEPTE DER TRANSPORTLOGISTIK

Prof. Dr. rer. oec. habil. KLAUS-JÜRGEN RICHTER, Dresden/DDR

Unter dem Begriff der LOGISTIK werden gegenwärtig im internationalen Schrifttum die verschiedensten Formen moderner und komplexer Produktions-, Distributions- und Transportorganisation verstanden. Allein die von KRAMPE /1/ publizierte Übersicht gestattet es bereits, die damit verbundene Begriffs- und Inhaltsvielfalt zu erkennen. Denkbare Interpretationsweisen von LOGISTIK betreffen

- LOGISTIK als rechnergestützte Verbindung von Produktion und Transport, etwa in Form der Produktions-Transport-Ketten,
- LOGISTIK als neue Marktstrategie,
- LOGISTIK als innovatives technologisches Konzept und
- LOGISTIK als Systemansatz.

Letzten Endes enthält jede tatsächliche logistische Lösung Elemente aller genannten Interpretationsgruppen.

Charakteristisch für die Bestimmung der LOGISTIK und damit auch der Transportlogistik sind zwei Gesichtspunkte, nämlich der der Ganzheitlichkeit oder der Systemhaftigkeit und der des Stoffflusses. Sie liefern zugleich eine gute Verbindung zwischen logistischen Problemen und denen der Transportsystemanalyse und der Produktions-Transport-Optimierung.

In kürzester Form läßt sich sagen, daß LOGISTIK systemhaft gestalteter Stofffluß ist (vgl. VOGEL /2/, RICHTER /3/). Eine Systematisierung des Stoffflusses gestattet die Unterscheidung von drei Flußformen und somit auch drei Typen der Stoffflußanalyse, nämlich

a) der Vorwärtsanalyse,
b) der Rückwärtsanalyse und
c) der Querschnittsanalyse. /3/

Die Vorwärtsanalyse beginnt bei einem Ausgangsprodukt und verfolgt dessen Verwendung über eine beliebige Zahl von Produktionsstufen hinweg bis zu allen Finalprodukten, in die das Ausgangsprodukt eingeht.

Die Rückwärtsanalyse beginnt bei einem Finalprodukt und "zerlegt" dieses Produkt ebenfalls über viele Produktionsstufen schließlich in die Gesamtheit seiner Ausgangsprodukte.

In beiden Analyseformen können gerichtete Graphen zur Ergebnisdarstellung verwendet werden.

In der Praxis können die Analyseformen a) und b) gemischt auftreten. Für die Belange des Gütertransports als physischem Ausdruck des Stoffflusses ist schließlich die unter c) genannte Querschnittsanalyse von Nutzen. Sie führt beispielsweise zu den Güterstromtabellen.

Das Bemühen, die Ergebnisse einer Vorwärts- oder einer Rückwärtsanalyse tabellarisch und schließlich analytisch darzustellen, führt zwangsläufig auf Ansätze der Verflechtungsanalyse (Input-Output-Analyse; IOA). Diese in der Transportsystemanalyse wichtige Methode gestattet es, den Weg oder den Pfad zu verfolgen, den ein bestimmter Stoff in einem ökonomischen System nimmt. Bei territorialer Bestimmung der strukturierenden Sektoren können entsprechende Pfade in Territorien gefunden werden (KOSSOW /4/, RICHTER /5/).

Die Querschnittsanalyse führt zum Grundansatz der Transportmatrix, der im Rahmen der Transportsystemanalyse ebenfalls große Bedeutung zukommt (RICHTER /6/).

Verflechtungsmodelle und Modelle vom Typ der Transportmatrix sind also instrumentelle Hilfsmittel der LOGISTIK. Sie müssen jedoch in erster Linie als Basismodelle angesehen werden, die für logistische Zwecke weiterentwickelt werden. Als charakteristisches Beispiel wird hier die qualitative

Input-Output-Analyse (QIOA) genannt (SCHNABL, HOLUB /7/). Mit ihr wird das Ziel verfolgt, die in einem Verflechtungsgefüge strukturell entscheidenden Relationen zu bestimmen und diese zur Grundlage aller Steuerung zu machen. Dazu ist es notwendig, für die Elemente x_{ij} einer Verflechtungstabelle sog. BAGATELL-Werte festzulegen, die hier einfach mit BAG bezeichnet werden sollen. Man erhält aus der ursprünglichen Matrix der Austauschgrößen

$$\underline{X} = (x_{ij})$$

sofort eine Strukturmatrix $\underline{S}$, wenn für deren Elemente folgende Bildungsvorschriften bestimmt wird:

$$s_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ wenn } x_{ij} > \text{BAG} \\ 0, \text{ wenn } x_{ij} \leq \text{BAG} \end{cases}$$

Die Elemente s_{ij} der Strukturmatrix

$$\underline{S} = (s_{ij})$$

nehmen also lediglich die Werte null oder eins an.
Damit ist allerdings nur der Anfang einer Strukturanalyse gemacht, wie in /7/ anschaulich gezeigt wird. Im Ergebnis aller möglichen weiteren Schritte findet man jene Relationen in einem Verflechtungsgefüge, die von herausragender Bedeutung sind und somit auch die Grundlage der Steuerung des Stoffflusses bilden können. Ihre logistische Relevanz ist nicht zu übersehen.
Ein ähnlicher, jedoch weniger strenger Ansatz ist von RICHTER /8/ vorgeschlagen worden, um die in einer Verflechtungstabelle entscheidenden Ströme zu verdeutlichen. Allerdings wird dabei aus der Matrix der Verflechtungen $\underline{X}$ nicht unmittelbar eine Strukturmatrix $\underline{S}$ hergeleitet, sondern eine modifizierte Strommatrix $\underline{X}'$. Die Elemente dieser modifizieren Strommatrix werden wie folgt bestimmt:

a) Sofern die Werte x_{ij} der ursprünglichen Matrix $\underline{X}$ den vorgegebenen Bagatellwert überschreiten, werden sie in die modifizierte Strommatrix $\underline{X}'$ in gleicher Höhe übernommen. Es gilt also für

$$x_{ij} > \text{BAG}$$

sofort $x_{ij} = x'_{ij}$.

b) Sofern die Werte x_{ij} der ursprünglichen Matrix $\underline{X}$ den vorgegebenen Bagatellwert nicht überschreiten, werden die x'_{ij}-Werte null gesetzt:

$$x'_{ij} = 0$$

wennn $x_{ij} \leq \text{BAG}$.

Der wesentlich höhere Anteil von Nullelementen in den modifizierten Matrizen bedeutet eine beachtliche Strukturvereinfachung.
Der mit der Querschnittsanalyse verbundene Typ der Transportmatrix bildet das Grundmodell der Transportoptimierung, die ihrerseits die Basis der für die Logistik wichtigen Produktions-Transport-Optimierung darstellt (vgl. HELLMANN/RICHTER /9/).
Wesentliche Formen der Erweiterung des ursprünglichen Modells der linearen Transportoptimierung, die zur Produktions-Transport-Optimierung geführt haben, waren:

1. Das ursprüngliche Modell wurde "geöffnet", indem insbesondere die aufkommensseitig vorgegebenen Begrenzungen praktisch aufgehoben wurden.
2. Eine weitgehend realitätsgerechte Variante der Öffnung des Transportproblems besteht darin, daß für die genannten Schrankenwerte des Aufkommens und des Bedarfs untere und obere Grenzen festgelegt werden, die der vorhandenen kapazitiven Variabilität in der Produktion und im Verbrauch entsprechen.
3. Ein besonderer Effekt in der Modellentwicklung wird durch die Einführung von Wirkungskoeffizienten /9/ erzielt. Diese Koeffizienten bringen die ökonomische Effektivität zum Ausdruck, mit der ein Gut (Rohstoff, Material)o.ä.) aus einer Aufkommensquelle A_i in einem Bedarfsort B_j eingesetzt werden kann. Das Optimierungsziel besteht nun gleichzeitig in der Minimierung des Transportaufwandes und in der Maximierung der Effektivität bzw. Wirksamkeit des Einsatzes der Güter. Es entsteht eine polyoptimale Aufgabe, deren Ergebnis nur noch eine effiziente Lösung sein kann (vgl. DÜCK /10/, ESTER /11/ und JANDY /12/).
4. Die "Kapazitierung" des Transportproblems stellt ebenfalls eine Erweiterung des ursprünglichen Modells dar. Sie besteht darin, daß für einzelne Transportbeziehungen $\overrightarrow{A_iB_j}$ Kapazitätsschranken k_{ij} festgelegt werden, die sich aus ökonomischen, technologischen und technischen Gründen ergeben können.
5. Die gleichzeitige Optimierung des Transports mehrerer Sorten des Transportgutes

bedeutet ebenfalls eine Erweiterung des ursprünglichen Transportproblems zum Produktions-Transport-Problem. Das geschieht jedoch nur unter der Voraussetzung, daß die in die Optimierung einbezogenen Gutsorten produktions- und/oder verbrauchsseitig zumindest zum Teil substituierbar sind und dadurch Einflüsse auf die Aufkommens- und die Bedarfsmengen möglich sind.

6. Die Transportoptimierung kann auch über mehrere aufeinander folgende Transportstufen vorgenommen werden, die durch Operationen am Transportgut voneinander getrennt sind. In diesem Falle ist die Einbeziehung von Produktionsaspekten in die Transportoptimierung offenkundig.

7. Die höchste Form der Produktions-Transport-Optimierung als einem entscheidenden Element logistischer Lösungen wird erreicht, wenn alle genannten Erweiterungen auf einmal und gemeinsam vorgenommen werden.

Die angeführten Modelle und Modellkonzepte bedürfen in verschiedener Hinsicht der Weiterentwicklung. In der Regel handelt es sich um statische und deterministische Modelle. Damit ist bereits offensichtlich, daß ihre Abbildqualität gegenüber der Wirklichkeit begrenzt ist. Diese Grenzen lassen sich durch zunehmende Anwendung der Simulation, die es gestattet, sowohl dynamische Prozesse als auch stochastisches Verhalten abzubilden, erweitern. Für logistische Lösungen darf die systemdynamische Simulation - SYDYM - besonderes Interesse beanspruchen (vgl. MEYER, SCHNEIDER, STÜBEL /13/). Bei SYDYM handelt es sich um ein Modellierungskonzept, nach dem stoffliche Flüsse, informationelle Flüsse und Entscheidungsregeln gemeinsam modelliert werden. Die enge Verbindung des Stoffflusses mit dem Informationsfluß ist aber ein wesentliches Merkmal der LOGISTIK. Ein weiteres Merkmal der angeführten Modelle besteht in ihrer "Netzorientiertheit". Daraus folgt, daß der Modellierung der Vorgänge, die sich in den zum Netz gehörenden Knoten abspielen, zukünftig größeres Interesse gewidmet werden muß. Das führt zu einem erweiterten Ansatz für Transportsysteme (vgl. /6/) und unterstreicht nochmals die Notwendigkeit, in stärkerem Maße mit Simulationstechniken zu arbeiten. Da logistische Systeme in der Regel sehr komplex sind, ist zu erwarten, daß einzelne Modelle sehr schnell nicht mehr ausreichen, um die genannte Komplexität hinreichend gut abzubilden. Somit können mehrere Modelle gleichzeitig benötigt werden, die man zu einem Modellsystem verknüpft.
Die angeführten Modelle, die zur Abbildung und zur optimalen Gestaltung von Stoffflüssen eingesetzt werden können, sind im Konzept der Transportsystemanalyse (vgl. RICHTER /14/) enthalten. Nach diesem Konzept werden Transportsysteme

a) als Leistungssysteme, also hinsichtlich ihres Funktionsvollzugs in der Volkswirtschaft, und
b) als Leitungssysteme

analysiert und modelliert.
Wird das Transportsystem als Ortsveränderungssystem analysiert, dann richtet sich die Untersuchung auf die Struktur des jeweiligen Netzes, auf die Belegung der Netzelemente und auf die Effektivität der Ortsveränderung.
Die bisher im Rahmen der Transportsystemanalyse genutzten mathematischen Modelle lassen sich überwiegend als Matrixmodelle charakterisieren, nämlich als statische und dynamische Verflechtungsmodelle und als Modelle vom Typ der Transportmatrix. Letztere sind aber ihrer Struktur nach auch Verflechtungsmodelle, die jedoch nach territorialen Gesichtspunkten gegliedert sind. Diese generelle Feststellung gilt aber auch dann noch, wenn Transportsysteme als Leitungssysteme untersucht werden. Zu diesem Ergebnis gelangt man ausgehend von der These, daß Leitungssysteme unter informationellen Aspekt solche Systeme sind, zwischen deren Elementen Informationsaustausch stattfindet und in deren Elementen Informationen verarbeitet und gespeichert werden (vgl. RICHTER, RITSCHEL /15/). Die Ergebnisse, die bezüglich der quantitativen Analyse und Bewertung von Leitungssystemen insbesondere durch Anwendung von Entropiewerten, speziell des Organisiertheitsmaßes in Form der relativen Transinformation ΔH_r, im Bereich des städtischen Nahverkehrs bereits gewonnen wurden, werden im Hinblick auf die zu schaffenden logistischen Systeme als sehr nützlich angesehen. /15/ Sie lassen erkennen, daß allen Systemen, in denen Stoff und/oder Information ausgetauscht wird, weitreichende struktu-

relle Gemeinsamkeiten eigen sind. Gleichzeitig können die im Bereich informationeller Kommunikation gewonnenen Ergebnisse auch herangezogen werden, um wesentliche Eigenschaften von Systemen stofflicher Kommunikation zu beschreiben und zu quantifizieren. Das ist für die Entwicklung der theoretischen Grundlagen der LOGISTIK von hohem Wert.

Literatur:

/1/ Krampe, H.: Logistik - eine Einschätzung des internationalen Entwicklungsstandes in den kapitalistischen Industrieländern. In: DDR-Verkehr, Berlin 21(1988)8, S.244-247

/2/ Vogel, H.: Probleme der Logistik. In: DDR-Verkehr, Berlin 17(1984)1, S.20-22

/3/ Richter, K.-J.: Systematik und Modelle der Analyse von Stoffflüssen. In: DDR-Verkehr, Berlin 19(1986)1, S.10-13

/4/ Kosnow, W.W.: Verflechtungsbilanzierung. Berlin, 1975

/5/ Richter, K.-J.: Kybernetische Analyse verkehrsökonomischer Systeme. Verkehrsökonometrie I. Berlin, 1975

/6/ Richter, K.-J.: Die Transportmatrix, Verkehrsökonometrie III. Berlin, 1977

/7/ Schnabl, H.; Holub, H.W.: Qualitative und quantitative Aspekte der Input-Output-Analyse. In: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Tübingen 135(1979)4, S.657-678

/8/ Richter, K.-J.: Verkehrsökonometrie. Berlin, 1969

/9/ Hellmann, L.; Richter, K.-J.: Produktions-Transport-Optimierung. Berlin, 1988

/10/ Dück, W.: Optimierung unter mehreren Zielen. Berlin, 1978

/11/ Ester, J.: Systemanalyse und mehrkriterielle Entscheidung. Berlin, 1987

/12/ Jándy, G.: Systemtechnik (Systems Engineering). In: Veröffentlichungen des Instituts für Maschinenwesen im Baubetrieb der Universität (TH) Karlsruhe. Reihe G/Heft 3, Karlsruhe 1986, S.1-30

/13/ Meyer, B.E.; Schneidor, H.-J.; Stübel, G.: Computergestützte Unternehmensplanung. Berlin/New York, 1983

/14/ Richter, K.-J.: Methodische Grundlagen der Transportsystemanalyse. In: Transportsystemanalyse. Berlin 1987, S.9-33

/15/ Richter, K.-J.; Ritschel, M.: Rechnergestützte Betriebsorganisation in Kombinaten und Betrieben des Verkehrswesens. Berlin, 1989